

**JP 62-182719**

Claim 3

The ferroelectric liquid crystal optical shutter according to claim 1,

wherein different liquid crystal orientation control films are provided on the respective surfaces of the pair of transparent substrate, the surfaces being ones contacting to the liquid crystal, and

further wherein at least one of the liquid crystal orientation control films is rubbed.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-182719

(43)Date of publication of application : 11.08.1987

(51)Int.Cl. G02F 1/133  
G02F 1/133  
G02F 1/137

(21)Application number : 61-022920

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 06.02.1986

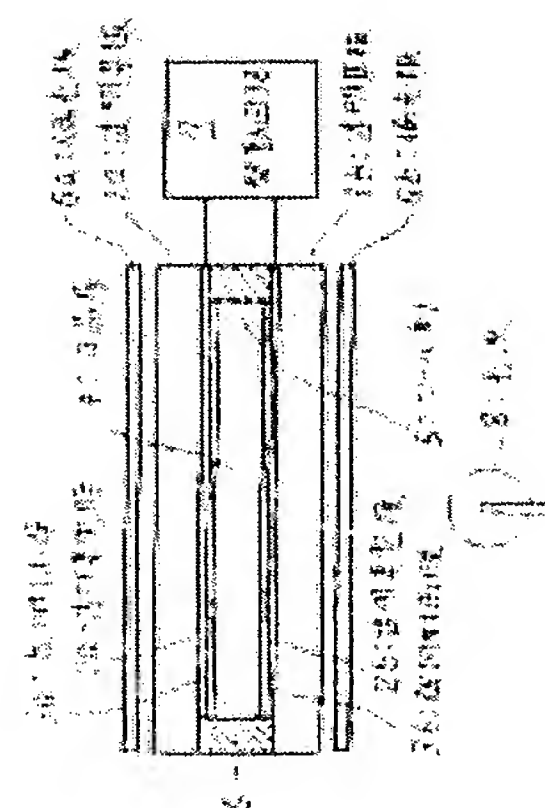
(72)Inventor : NAKAGAWA YUTAKA  
ENDO YUKIO  
MATSUMOTO TETSUO

## (54) FERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL OPTICAL SHUTTER

### (57)Abstract:

PURPOSE: To operate an optical shutter stably by using a monostable ferroelectric liquid crystal cell where liquid crystal molecules are arranged in one direction when a voltage is not applied, and driving said cell with an AC.

CONSTITUTION: Orientation control films 3a and 3b are provided to not only arrange liquid crystal molecules in parallel with substrates and in one direction for non-application of the voltage but set liquid crystal molecules to the monostable state where they respond to only the electric field of one polarity. After such orientating treatment, a spacer like organic beads or alumina particles is interposed between substrates so that substrates are held in parallel with each other and with a certain gap between them, and peripheral parts are fixed with a seal agent 5 to obtain a cell. The voltage applied to the cell by a driving circuit 7 is so alternated that the integral value of time is '0', and only its one polarity contributes to the change of the arrangement structure of the liquid crystal, and as the result, the light transmittance is changed.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-182719

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 02 F 1/133

1/137

識別記号

3 3 4

3 1 5

庁内整理番号

7348-2H

7370-2H

7448-2H

④ 公開 昭和62年(1987)8月11日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑥ 発明の名称 強誘電性液晶光シャッター

② 特 願 昭61-22920

② 出 願 昭61(1986)2月6日

⑦ 発 明 者	中 川 豊	伊勢原市沼目2-14-4
⑦ 発 明 者	遠 藤 幸 雄	川崎市川崎区渡田向町13-2
⑦ 発 明 者	松 本 哲 郎	川崎市麻生区虹ヶ丘2-3-9
⑦ 出 願 人	旭硝子株式会社	東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
⑦ 代 理 人	弁理士 梅村 繁郎	外1名

明 細 書

1. 発明の名称

強誘電性液晶光シャッター

2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも一対の電極を有する基板間に強誘電性液晶を挟持したセルと、少なくとも一枚の偏光板と両電極間に電圧を印加する手段とを有する強誘電性液晶光シャッターにおいて、電圧無印加時にその液晶分子の配列方向が基板にほぼ平行であり、一方向に配列した単安定状態を示し、かつ一方の極性の電圧のみにより液晶分子の配向状態が変化するようにされ、この液晶層に時間に対する積分値が0になるような交流電圧を印加することを特徴とする強誘電性液晶光シャッター。

(2) 該強誘電性液晶がカイラルスメクチックC液晶である特許請求の範囲第1項記載の強誘電性液晶光シャッター。

(3) 該一対の透明基板の液晶に接する表面に

は、各々異なる液晶配向制御膜を設け、かつ少なくとも一方をラビングする特許請求の範囲第1項記載の強誘電性液晶光シャッター。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は強誘電性液晶を用いた光シャッターに関するものである。

[従来の技術]

強誘電性液晶は、高速応答性および双安定性を示すことが見い出されており、種々の応用が試みられている。プリンターヘッド用光シャッターはその一例であり、液晶プリンターヘッドの弱点の1つであった応答速度を改良することが期待されている。

液晶プリンターヘッドとは、電子写真方式を液晶光シャッターとを組み合わせたものである。こうした光シャッターでは、ある一定時間のみ光を透過し、他の時間ではすべての光を遮断しなければならないという動作上の特徴がある。そこで従来は、強誘電性液晶の層厚みを1

～3 $\mu$ m程度に薄膜化した素子を構成し、双安定状態として電界の極性により2種のドメイン間をスイッチングする方法が一般的であった。  
(特開昭56-107216)

この方法は、マルチプレックス駆動を可能にするという利点を有するものの、実用上は次の問題があった。第1に双安定性は必ずしも完全なものではなく、光を遮断すべき時にその漏れが生じやすいこと、そして第2に、電極対向部における液晶分子の配列は電界によって制御できるものの、他の部分では配列を制御する方法が無いことである。即ち、双安定状態を利用するがために、電極対向部以外はONとOFFの2種の状態が共存することになり、光シャッターとして用いるためには、その部分に遮光膜を設けねばならないという実用上の問題点があった。

また、強誘電性液晶を用いた素子としては、ラセン構造の電界による解消を応用した方法もある。(特開昭58-173719)

本発明は動作の安定性に優れた強誘電性液晶光シャッターを提供することを目的とするものである。

#### [問題点を解決するための手段]

本発明は、前述の問題点を解決すべくなされたものであり、少なくとも一対の電極を有する基板間に強誘電性液晶を挟持したセルと、少なくとも一枚の偏光板と両電極間に電圧を印加する手段とを有する強誘電性液晶光シャッターにおいて、電圧無印加時にその液晶分子の配列方向が基板にほぼ平行であり、一方向に配列した単安定状態を示し、かつ一方の極性の電圧のみにより液晶分子の配向状態が変化するようにされ、この液晶層に時間に対する積分値が0になるような交流電圧を印加することを特徴とする強誘電性液晶光シャッターを提供するものである。

第1図は、本発明の基本的な液晶光シャッターに使用される素子の断面図と装置の模式図である。一対の透明基板(1a)、(1b)の表面に、そ

しかしながら、この方法においても、遮光膜が必要であること、また光シャッターのON/OFFは常に電界によって行なわれるために、殆ど常時直流電界が印加され、動作の安定あるいは耐久性に難点があった。

#### [発明の解決しようとする問題点]

本発明の目的は、従来技術が有していた前述の欠点を解消とするものである。従来の双安定効果を用いた素子では、正・負の両ドメイン間のエネルギー障壁が小さいために容易に誤動作を生じ、動作の安定を欠いていた。またラセンピッチ解消を用いた素子では、ほとんどの時間でオフ状態である光シャッターの駆動時に直流電界を印加し続けねばならず、動作電圧の安定性あるいは信頼性に欠けるといった問題点を有していた。

また、両者共に電極対向部以外に遮光膜を設けねばならず、価格問題のみならず、微細パターンを要求される用途に対応できないといった問題を持っていた。

それぞれ透明な導電膜(2a)、(2b)と配向制御膜(3a)、(3b)を形成する。導電膜(2a)、(2b)は、基板間に保持された液晶層(4)に電界を印加するための電極であり、 $\text{In}_2\text{O}_3$ あるいは $\text{SnO}_2$ 等からなり、所定のパターン形成がされている。

配向制御膜(3a)、(3b)は電圧無印加時に、液晶分子を基板に対しほぼ平行でかつ一方向に配列し、かつ一方の極性の電界にのみ液晶分子が応答する単安定状態を与えるためのものである。代表的な方法としては、有機高分子膜、特にポリイミド系高分子膜を形成し、布で一定方向にラビングした後に、ラビング方向が互いに平行になる如く2枚の基板を対向させたセルを構成し、液晶を注入した後に電圧印加する方法がある。

このような配向処理を行なったのち、該基板が平行、かつ一定の間隔で保持されるように、スペーサー、例えば、有機ビーズ、アルミナ粒子をはさみ、シール剤(5)で周囲を固定し、セルとする。この際、2枚の基板の配向制御方向

は、お互いに平行になるようにする。

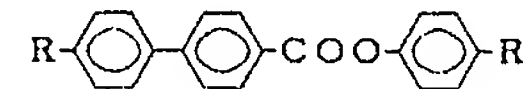
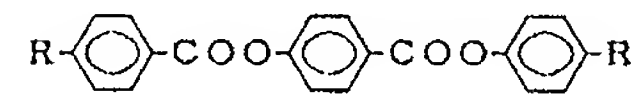
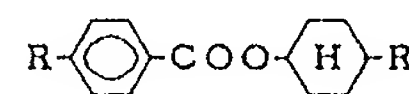
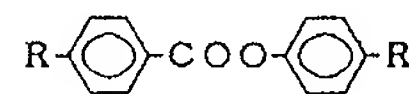
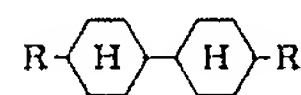
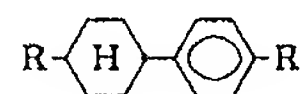
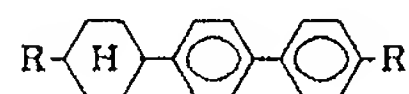
その後、強誘電性液晶組成物を、コレステリック相、あるいは等方相まで加熱し、セルに注入した後、封止する。セルの外側に2枚の偏光板(8a)、(8b)を、その偏光軸がお互いに直交もしくは平行かつ一方の偏光軸と基板の配向制御方向が一致もしくは直交するように、配置する。基板(1b)側に、光源(8)を置き、反対側へ光が透過するようにする。

駆動回路(7)によってセルに印加される電圧は、時間に対する積分値が0になる如く交流化されており、かつ一方の極性のみが液晶の配列構造変化に寄与し、その結果光透過率変化をもたらす。

使用する液晶に関しては、強誘電性を示す液晶ならば、本発明は有効であるが、応答速度あるいは配向制御の容易さから、カイラルスメクチックC相がより好ましい。

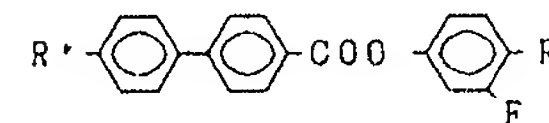
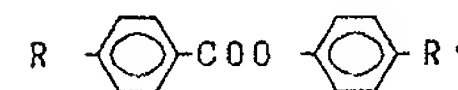
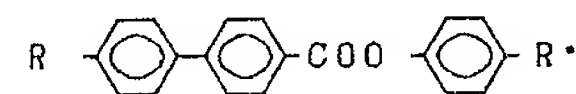
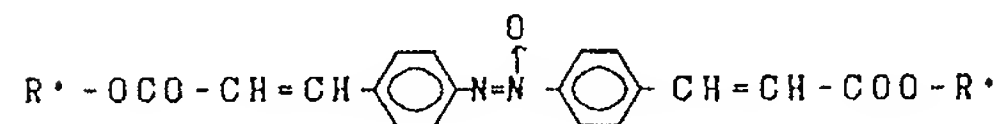
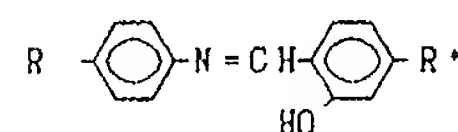
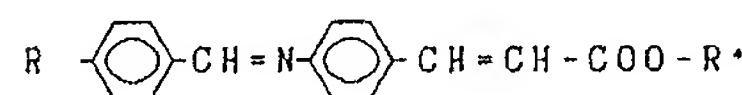
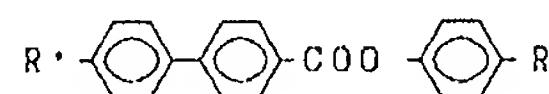
カイラルスメクチックC相を有する単体液晶としては、次のようなものがある。

を示す液晶に他の液晶を加えてその特性を改善してもよく、これには公知の種々の液晶又は非液晶の液晶用添加物が使用ができ、例えば以下のようなものがある。



本発明では、カイラルスメクチックC相を有

以下の例でR'は不斉炭素又はハロゲンを含むアルキル基又はアルコキシ基を示し、Rは直鎖アルキル基又は直鎖アルコキシ基を示し、一つの化合物に同一のR',Rが示されていてもそれらは同一の基とは限らない。



又、上述のようなカイラルスメクチックC相

する液晶化合物の少なくとも1つと必要に応じて他の液晶化合物又は非液晶の液晶用添加物を加えた液晶組成物であって、液晶組成物としてカイラルスメクチックC相を示すものであれば使用でき、上述の化合物は単に例示にしかすぎない。

配向制御膜(3a),(3b)としては、前述の如く、両基板面共に同一種類の膜を用いても可能であるが、電圧無印加時に単安定性をより安定にするために各々異なった種類の配向制御膜を組合せて用い、かつ少なくとも一方を布等でラビングすることがより好ましい。配向制御膜の組合せとしては、ポリイミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリロニトリル等の有機高分子膜、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiZrO<sub>4</sub>等の無機酸化物膜、シランカップリング剤で表面処理されたガラス基板等から選ばれた2種を用いてラビング処理することが好ましい。

また、配向膜の性質としては、液晶の自発分極と相互作用を持ち、自発分極の極性によって

液晶分子の配向方向が一定化することが必要である。従って、両配向膜(3a),(3b)間で一定方向に配列するためには、一方の配向膜の表面近傍には正の電荷が、他方には負の電荷が蓄積されるような状態が最も好ましい。

このように配向処理したセルに強誘電性液晶組成物を注入して、注入口を封止する。このセルを加熱するか、加熱した強誘電性液晶組成物をセル間に注入するかして、一旦強誘電性液晶組成物をカイラルスメクチックC相の上のコレステリック相あるいは等方相まで加熱する。

次いでこのセルを、カイラルスメクチックC相まで冷却し、観察すると、液晶分子は様々な方向を向いていることがわかる。このセルをこの温度に保持して電極(3a),(3b)を用いて直流バイアス電圧を有する電界を印加する。

この直流バイアス電圧を有する電圧としては、単に直流電圧のみでもよいが、直流と交流とを重畳した電圧を印加することが、初期配向をとるための温度範囲が広くかつ低電圧ですむ

波形、時間等により変化するので、夫々の液晶に適した範囲に実験的により定めればよく、又、時間も数十秒から数分程度でよい。

この初期配向をとる温度範囲は、カイラルスメクチックC相の上限温度に近い温度範囲であり、特に、カイラルスメクチックC相の上限温度、例えばカイラルスメクチックC相-コレステリック相転移温度とその温度から10℃低い温度との間の10℃の範囲が好ましい。

この初期配向は、液晶セル製造時には必ず必要となるが、その後は配向がくずれたときのみが必要となり、具体的には、液晶の結晶化とか高電圧印加より配向不良を生じたとき等がある。

使用する液晶に関しては、強誘電性を示す液晶ならば、本発明は有効であるが、特に、カイラルスメクチックC相より高い温度において、コレステリック相、あるいはネマチック相をもつ液晶に対して、良好な配向が得られる。

[作 用]

本発明では、強誘電性液晶層は単安定性を示

ことから好ましい。

この直流と交流とを重畳する場合、直流と交流の比は50:1~1:1が好ましく、配向欠陥の少ない良い配向が容易に得られる。

また、交流に直流を重畳するのと同様の効果を得る方法として、交流において正の電界を印加する時間と負の電界を印加する時間の比(以下、これをデューティーと呼ぶ)を通常の1:1からはずし、好ましくは9:1~1:20とすることにより低電圧又は短時間で良好な配向を得ることができる。特に、少ない時間で良好な配向を得るには、2:3~3:17のデューティーの範囲が特に好ましい。

もちろんデューティーが1:1以外の交流に直流を重畳させることもできる。この交流としてはサイン波、矩形波、三角波等種々のものを使用できる。この交流の周波数は、1KHz以上が好ましい。

印加する電界は、スレッシュホールド電圧の2~100倍程度であるが、初期配向をとる温度、

すものであり、電圧を印加したときには、分子配向が変化するが、電圧を切るとその分子配向がもどる性質を有している。ただし、通常の強誘電性液晶表示装置の場合と同様、電圧を徐々に変化させていった場合、ヒステリシス特性を示し、ある電圧範囲内では双安定性を示す性質を有しているが、本発明では電圧無印加時には双安定性を示さないようにする。

第2図は、本発明の強誘電性液晶光シャッターに三角波を徐々に印加していった時の電圧-光透過率の関係を示す図であり、電圧が徐々に増加するとある点から急に光透過率が増加し、次いで飽和し、次いで電圧を徐々に下げていくと、前記電圧を下げてきたときの光透過率が増加した電圧よりもかなり低い電圧で光透過率が低下を始めるパターンを示す。

第3図(a),(b)は、本発明の分子の配向方向と、偏光板の偏光方向および電気光学効果を説明する説明図であり、基板(1a)側から見た状態を示す。電界無印加時には(a)の状態にあり、



分子長軸方向と偏光軸(9a, 9b)が互いに平行もしくは直交しており透過率は小さくなる。一方電界( $E_1$ )の影響で分子長軸が偏光軸より角度 $\theta$ だけ傾いた場合(b)次式で表わされるように液晶の屈折率異方性( $\Delta n$ )とセルギャップ(d)との積に依存した透過率になる。

$$I = \frac{I_0}{2} \sin^2 2\theta \sin^2 \left( \pi \cdot \frac{\Delta n d}{\lambda} \right)$$

ここで $I_0$ は入射光強度と偏光板の透過率で決められる定数、 $\lambda$ は波長である。

次いで電圧の印加をやめると液晶層は(a)の状態にもどろうとするが、本発明では逆極性の電界( $E_2$ )を印加し、このもどるスピードを速くするとともに、印加される交流パルスの時間に対する積分値が0となるようにされ、これにより直流成分が残存しないようにされる。

この交流パルスは、液晶層が配向方向を変化させるスレッシュホールド電圧以上の電界 $E_1$ を光シャッターの光透過率を変化させたい時間 $t_1$ の間印加し、次いで逆極性の電界 $E_2$ を時間 $t_2$ 印加

し、 $E_1 \times t_1 = E_2 \times t_2$ となるようにされる。もちろん、例えば $E_1$ を一定とせずに液晶層の配向方向が変化した後階段状にあるいは徐々に低下するようにさせてもよい。もっとも $|E_1| = |E_2|$ とし、対称の交流パルスとすることが回路設計上は容易である。

又、偏光板は、前述の説明ではセルの両該表面に2枚配置したが、液晶中に2色性色素を含める場合には1枚でもよい。又、偏光板の位置も基板の外側でなくてもよく、基板と電極との間、電極と液晶層との間でもよく、偏光板自体を基板として用いてもよい。

この外、基板上にTFT、ダイオード、MIM素子等を形成して能動素子基板としたり、カラーフィルターを併用したり、液晶層を2層以上にしてもよく、種々の応用が可能なものである。

#### [実施例]

$\text{In}_2\text{O}_3$ の透明電極をパターンニングしたガラス基板の表面をガーゼで一定方向にラビングし、

場合、約1.2msec、また+10Vから-10Vへ変化した場合約0.3msecであった。

ラビング方向が互いに平行になるように透明電極面を相対向配置し、約2 $\mu\text{m}$ のアルミナスペーサーを介して間隙を形成した後に周辺をシールしてセルとした。このセルに第1表記載のカイラルスメクチックC相を示す液晶組成物を、カイラルスメクチックC相を示す上限温度(以下転移温度という)68.6 $^{\circ}\text{C}$ よりも高い80 $^{\circ}\text{C}$ において加熱注入した後に注入口をエポキシ樹脂で封止した。次いで転移温度以下の63 $^{\circ}\text{C}$ に保持して50V、10KHzの交流に5Vの直流を重ねさせた電界を30秒間印加したところ、液晶分子がラビング方向に整列した均一な配向が得られた。該セルに、液晶の分子軸と平行および直交するように、2枚の偏光板を貼り合わせて光シャッターセルを構成した。

50 $^{\circ}\text{C}$ において該光シャッターセルに第4図(a)に示すパルス幅5msの交流化された駆動電圧を印加したところ、第4図(b)に示すように、電圧無印加時に安定した遮光状態が得られた。

応答速度は、0から+10Vへ電圧が変化した

第 1 表

液 晶 材 料	濃 度 (重量%)	転 移 温 度
$R^* - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OC}_6\text{H}_5$	26.4	
$R^* - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COO} - \text{C}_6\text{H}_3(\text{F}) - \text{OC}_6\text{H}_5$	26.4	$\text{SmY}_1 \xrightarrow{3.5^\circ\text{C}} \text{SmY}_2 \xrightarrow{6.8^\circ\text{C}} \text{SmC}^*$
$R^* - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COO} - \text{C}_6\text{H}_3(\text{F}) - \text{OC}_6\text{H}_5$	26.4	$68.6^\circ\text{C} \rightarrow \text{Ch} \xrightarrow{126.8^\circ\text{C}} \text{I}$
$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OC}_6\text{H}_5$	20.8	

$R^*$  は、 $\text{C}_2\text{H}_5 - \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}^* - \text{CH}_2 - \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  の光学活性の2-メチルブチル基を示す。

$\text{SmY}_1, \text{SmY}_2$  : カイラルスメクチックC相以外のスメクチック相

$\text{SmC}^*$  : カイラルスメクチックC相

Ch : コレステリック相

I : 等方性液体相

品分子配列方向と直交および平行に2枚の偏光板の偏光軸を設けることにより、実施例1と同様に電圧無印加時に安定した遮光状態となり、遮光膜を設けなくても十分に暗い状態に保てることが確認された。応答速度は、0から+10Vへ電圧が変化した場合、約1.0msecで実施例1よりもやや速く、また+10Vから-10Vへ変化した場合、約0.3msecで実施例1とほぼ同じであった。

#### [発明の効果]

本発明は、電圧無印加時に液晶分子が一方向に配列した単安定性の強誘電液晶セルを用い、交流駆動することにより、光シャッターとして安定な動作を実現できるものであり、特に配向膜を非対称比とすることで高コントラスト化を実現でき、電極の非対向部でも遮光層を設ける必要がないという実用性の高い液晶光シャッターであり、印加される電圧の時間に対する積分値が0となるようにされているため、直流電圧が残存しなく長寿命の光シャッターが得られ

#### 実施例 2

配向制御膜として、 $\text{SiZrO}_4$ 膜（株式会社日板研究所製グラスカ G401）を塗布した後に180℃で15分乾燥した後、一方はガーゼでラビング、また一方はラビングせずに実施例1と同様の手法でセルを構成した。液晶として、2-メチルブチル-p-(p-n-デシロキシベンジリデンアミノ)シンナメートを用い、120℃に加熱して液晶注入した後に80℃まで冷却した。このセルは、電圧無印加時に均一な配向を示し、また80℃での応答速度は、0から+10Vへ電圧が変化した際、120μsec、+10Vから-10Vへ変化した際に80μsecであった。

#### 実施例 3

配向制御膜として、一方はポリイミド膜（日立化成製：PIX-5400）、また他方にはシランカップリング剤（信越化学製：KBM 603）を処理した後にガーゼでラビングし、実施例1と同様のセルを構成したところ、セル面内のすべての場所で一様な配向状態となった。その結果、液

る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の基本構成を示すセルの断面図と装置の模式図、第2図は単安定性を説明する電圧-光透過率図、第3図(a),(b)は実施例の液晶層における電圧の効果の説明図、第4図(a),(b)は印加電圧波形と光シャッターの透過光強度変化の特性を示す図である。

1a, 1b …… 透明基板

2a, 2b …… 透明導電膜

3a, 3b …… 配向制御膜

4 …… 液 晶

5 …… シール剤

6a, 6b …… 偏光板

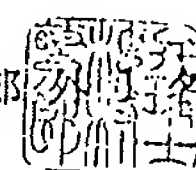
7 …… 駆動回路

8 …… 光 源

9a, 9b …… 偏光軸

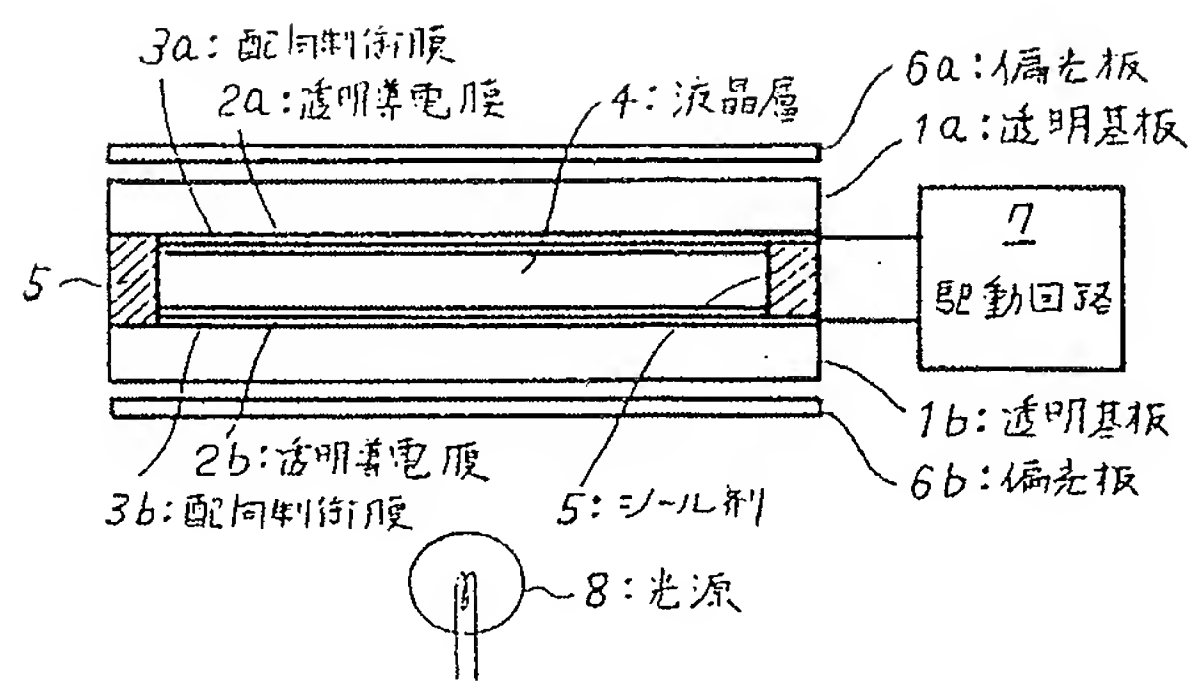
10 …… 液晶分子

代理人 母村繁郎

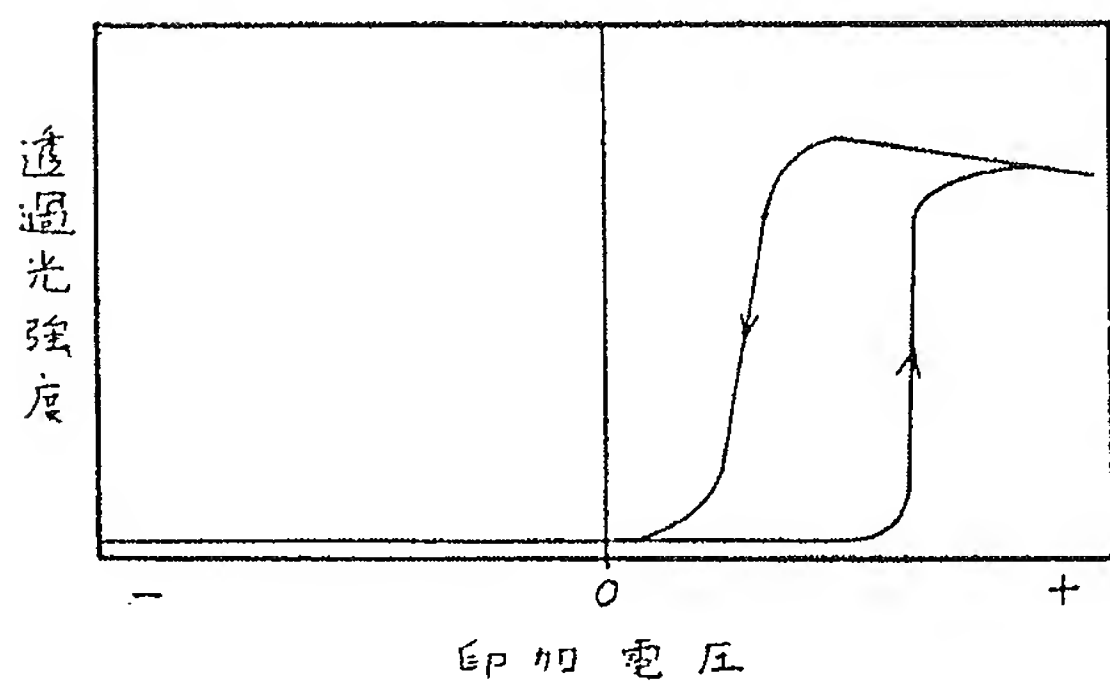




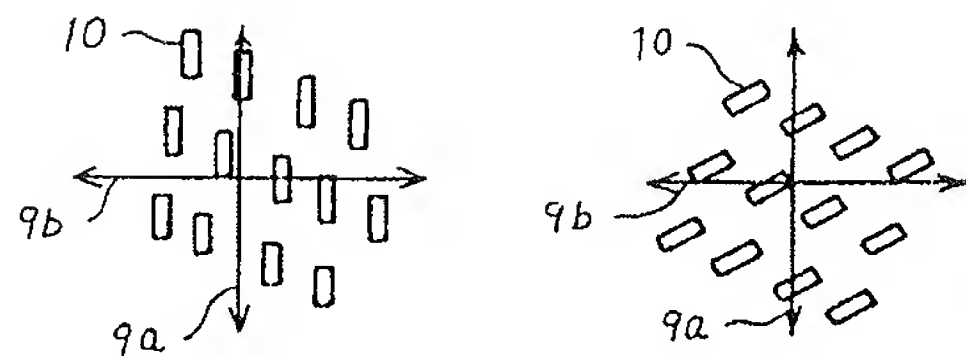
第 1 図



第 2 図



(a) 第 3 図 (b)



第 4 図

